

The Effects of Occupational Exposure to Isoflurane Anesthetic Gas on Cardiopulmonary Function and Practical Capacity of Operating Room Staff

Farzad Nazem¹, Mehrali Salehi¹, Hossein Saki^{1*}

¹ Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Sport Physiology, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

Abstract

Introduction: The effects of chronic exposure to isoflurane anesthetic gas at a concentration of 13 ppm on the function of cardiovascular and respiratory systems of hospital operating room staff are investigated in this study.

Methods and Materials: Subjects included operating room staff (experimental group: 10 men and 10 women) and control group has been selected from other wards of hospital both voluntarily and purposefully with the mean age of 35.8 ± 5.29 , work experience of 13.15 ± 4.64 , and the BMI is equal to 24.59 ± 3.51 KG/M² with daily step of 4124.35 ± 1016.19 . First, eligible subjects have performed a 6MWDT cardiovascular function sub-maximal test. Then they have performed a jogging ablation program on a treadmill in a separate session. Spiro metric maneuvers were also performed (%FVC, %FEVC, FEVC/FVC) by KNUDSON method to measure pulmonary capacity.

Results: The results of MANOVA statistical analysis showed that, in the situation without gender intervention, operating room staff in selected cardiovascular function indices were significantly lower than the control group ($P < 0.05$). There was a significant difference in pulmonary indices and shortness of breath between the two groups ($P < 0.05$). Considering gender factor intervention men and women had a significant differences in some cardiovascular and respiratory indices respectively ($P < 0.05$).

Discussion and Conclusion: Decreased cardiopulmonary function and dyspnea during standard submaximal physical activity were more pronounced in operating room staff than in the control group. In contrast, women in the experimental group had lower respiratory tract efficiency than their control group counterpart.

Keywords: Gasizoflurane, Cardiovascular function, Respiratory parameters

* (Corresponding Author) Hossein Saki, Department of Physical Education and Sport Sciences, Section of Sport Physiology, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran. E-mail: hossein.saki1990@yahoo.com

اثرات مواجهه شغلی گاز هوشبر ایزوفلوران بر عملکرد قلبی ریوی و ظرفیت عملی کارکنان اتاق عمل

فرزاد ناظم^۱، مهرعلی صالحی^۱، حسین ساکی^{*۱}

^۱ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

چکیده

مقدمه: در این مطالعه، اثرات مواجهه مزمن گاز هوشبر ایزوفلوران با غلظت ۱۳ ppm بر عملکرد دستگاه‌های قلبی-عروقی و تنفسی کارکنان اتاق عمل بیمارستان بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها: آزمودنی‌ها شامل کارکنان اتاق عمل (گروه آزمایش ۱۰ مرد و ۱۰ زن) و گروه کنترل از سایر بخش‌های بیمارستان (۱۰ زن و ۱۰ مرد) با میانگین سن ۳۵/۸±۵/۲۹ سال، سابقه کار ۱۳/۱۵±۴/۶۴ سال و BMI ۲۴/۵۹±۳/۵۱ KG/M^۲ با تعداد گام روزانه ۴۱۲۱/۳۵±۱۰۱۶/۱۹ داوطلبانه و هدفمند انتخاب شدند. آزمودنی‌های واجد شرایط ابتدا تست زیر بیشینه کارکرد دستگاه قلبی-عروقی ۶MWDT سپس در نوبت جداگانه برنامه جاگینگ ابلینگ روی تردمیل را انجام دادند. همچنین مانورهای اسپیرومتری برای سنجش ظرفیت‌های ریوی (FVC، FEVC، %FVC) به روش KNUDSON انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج تحلیل آماری MANOVA نشان داد که در وضعیت بدون مداخله جنسیت، کارکنان اتاق عمل در شاخص‌های منتخب کارکرد دستگاه قلبی-عروقی به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل بودند ($P < 0/05$). در شاخص‌های ریوی و تنگی نفس نیز تفاوت معناداری بین دو گروه تحت مطالعه به دست آمد ($P < 0/05$). با مداخله عامل جنسیت، مردان در برخی شاخص‌های قلبی-عروقی و زنان در شاخص‌های تنفسی اختلاف معناداری با هم داشتند ($P < 0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: افت عملکرد قلبی-ریوی و تنگی نفس هنگام فعالیت بدنی زیر بیشینه استاندارد در کارکنان اتاق عمل، بارزتر از گروه کنترل بود. در مقابل، زنان گروه آزمایش از کارایی پایین‌تر دستگاه تنفسی نسبت به هم‌تای گروه کنترل برخوردار بودند.

کلمات کلیدی: گاز ایزوفلوران، عملکرد قلبی-عروقی، شاخص‌های تنفسی

مقدمه

مواد بیهوشی آور استنشاقی است که در سال ۱۹۸۰ برای مصارف بالینی عرضه گردید (۲)، دوره زمانی شروع و پایان اثر ایزوفلوران سریع‌تر از داروهای یاد شده گزارش شده است (۳). عملکرد این داروها روی سیستم عصبی بیمار، باعث ایجاد بیهوشی به همراه اثرات بی‌دردی، آرام‌بخشی و فراموشی می‌شود. به عنوان مثال، اثرات مسکن و خواب‌آور این داروها با اثر روی سلول‌های سیستم اعصاب مرکزی و فعال کردن خواب در بیمار ظاهر می‌شود

هوشبرهای استنشاقی، مایعات تبخیر شونده و غیر قابل اشتعالی هستند که سالیان متمادی در مراکز درمانی استفاده می‌شوند. این داروها به صورت مایع بوده و به وسیله تبخیر کننده به شکل گاز برای بیمار تجویز می‌شوند. شایع‌ترین این گازها سوافلوران، هالوتان، نیترواکساید و ایزوفلوران هستند که به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱). ایزوفلوران، از معمول‌ترین

سیستم تهویه اتاق‌های عمل یا اندازه‌گیری ادواری غلظت مجاز گاز هوشبر یا از طریق تغییر سبک زندگی کارکنان، مانند مصرف روزانه شیر و انجام فعالیت‌های ورزشی هوازی مانند پیاده روی منظم که احتمالاً منجر به تسریع دفع گازهای بیهوشی و کاهش عوارض آن‌ها می‌شود، امکان بروز کاهش خطای پزشکی و افزایش کیفیت خدمات درمانی بیماران، فراهم گردد. بنابراین هدف ویژه این پروژه میدانی، مقایسه عملکرد دستگاه‌های قلبی عروقی و تنفسی دو گروه از کارکنان اتاق عمل مواجهه با گاز هوشبر ایزوفلوران (غلظت ۱۳ ppm) و دیگر بخش‌های بیمارستان، بدون و با مداخله جنسیت، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

شرکت کنندگان

در این مطالعه تجربی که به روش میدانی انجام گرفت، جامعه آماری شامل کلیه کارکنان بیمارستان تخصصی هدف بود که ۴۰ نفر (۲۰ زن و ۲۰ مرد) واجد شرایط به صورت داوطلبانه و هدفمند انتخاب شدند. گروه آزمایشی (۱۰ زن و ۱۰ مرد) با میانگین‌های سن ۳۳/۵±۵/۸ سال، سابقه کار ۱۲/۹ سال، شاخص جرم بدن $24.7 \pm 3.85 \text{ kg/m}^2$ ، تعداد گام روزانه $4255/3 \pm 966/2$ در بخش اتاق جراحی عمومی با گاز هوشبر ایزوفلوران با میانگین غلظت ۱۳ PPM مواجه بودند. گروه کنترل با حجم نمونه مساوی و میانگین سن $35/85 \pm 5/23$ سال، سابقه کار $13/15 \pm 5/3$ سال، شاخص جرم بدن $24.56 \pm 3/58 \text{ kg/m}^2$ و تعداد گام روزانه $3770/05 \pm 1016/1$ در سایر بخش‌های بیمارستانی فعالیت می‌کردند. شرایط ورود به مطالعه عبارت بود از: (۱) عدم مصرف مواد دخانی، (۲) عدم ابتلا به یکی از بیماری‌های قلبی-تنفسی، اسکلتی-عضلانی یا متابولیک، (۳) عدم مصرف داروهای موثر بر متغیرهای وابسته، (۴) عدم شرکت در برنامه منظم ورزش‌های هوازی یا مقاومتی سازمان یافته یا انفرادی، (۵) آزمودنی‌های زن هنگام شرکت در پروژه، سیکل قاعدگی نداشته و سن یائسگی را تجربه نکرده باشند. ابتدا آزمودنی‌ها پرسشنامه وضعیت سلامتی (PAR-Q) موسسه طب ورزشی آمریکا (۱۰) و سیاهه رضایت نامه را تکمیل و امضا نمودند. آن‌گاه در ۲ کارگاه توجیهی آموزشی حضور یافته و با فرآیند کار و جزئیات روش اندازه‌گیری متغیرها آشنا شدند.

(۳). اگرچه روند بیهوشی کمک می‌کند تا بیمار و عضو تحت عمل و شرایط همراه، در کنترل تیم جراحی باشند، ولی هنوز بسیاری از عوارض اجتناب ناپذیر هنگام و پس از بیهوشی وجود دارد که نمی‌توان مانع از بروز تاثیر آن‌ها شد (۴). در این میان، پرسنل اتاق عمل مراکز درمانی به علت آلودگی هوای اتاق عمل، از این عوارض مستثنی نیستند. از علل آلودگی هوای اتاق‌های عمل با گازهای هوشبر می‌توان به مواردی مانند: نشت گاز از ماشین بیهوشی، نبود سیستم پاکسازی مواد زائد، نشت ماده هوشبر، بازدم ناخواسته بیماران و عدم هدایت گازهای زائد بیهوشی به بیرون از محیط اتاق عمل اشاره نمود (۵، ۶). انستیتو بین‌المللی پیشگیری از عوارض شغلی مواجهه با گازهای هوشبر خاطر نشان می‌کند که وجود گازهای بیهوشی در فضای اتاق عمل باعث بروز عوارض حاد مانند: سردرد، سرگیجه، اختلال در قضاوت، نارسایی در هماهنگی، اختلال خواب، افسردگی و زودرنجی می‌شود (۷). در مطالعه بروس (Bruce) (۱۹۶۸) افزایش مکرر میزان مرگ و میر متخصصین بیهوشی را در اثر بیماری‌های بدخیم لنفویید و رتیکوآندوتلیال گزارش نموده است (۸). در مطالعه کوهن (Cohen) (۱۹۶۸) افزایش معناداری در بروز بیماری‌های کلیوی در میان کارکنان مواجهه با گازهای بیهوشی، به خصوص در زنان پرستار شاغل در اتاق بیهوشی گزارش شد (۹). از آنجا که در بیمارستان‌ها از ماده هوشبری ایزوفلوران استفاده می‌شود، و با توجه به اینکه کارکنان اتاق عمل هر روز به دلیل مواجهه با این نوع گاز بیهوشی، این امکان هست که کارایی تنفسی آن‌ها تحت تاثیر قرار گرفته و در نتیجه به تدریج راندمان کاری آن‌ها را کاهش دهد به طوری که بر کیفیت ارائه خدمات درمانی به مددجویان تاثیر منفی گذارد. بنابراین در راستای گزارش‌های علمی مربوط به عوارض منفی گازهای هوشبر در اتاق عمل، این پرسش قابل بررسی است که آیا مواجهه مزمن کارکنان اتاق عمل (زن و مرد) با نوع ایزوفلوران (غلظت ۱۳ ppm) در بیمارستان دولتی می‌تواند به تغییرات عملکرد دستگاه تنفسی (%FVC, %FEVC, FEVC/FVC) و نیز ایندکس‌های ظرفیت عملی دستگاه قلبی-عروقی آن‌ها در مقایسه با کارکنان سایر بخش‌های بیمارستان که با گاز هوشبر ایزوفلوران مواجه نیستند، بیانجامد؟ تا در صورت شناخت مشکل، مدیریت بیمارستان با اتخاذ برنامه‌های اصلاحی مانند بهینه سازی

ابزار اندازه‌گیری

اکسی متر (ساخت کشور چین و محصول شرکت نلکور) با نصب در انگشت اشاره دست راست ثبت و یادداشت می‌شد. آزمودنی پس از اعلام آمادگی در جایگاه خط شروع ایستاده و با شنیدن سوت، مسافت ثابت ۲۵ متر (رفت و برگشت ۵۰ متر) را با سرعت ترجیحی خود ظرف ۶ دقیقه کامل به طور پیوسته و با تشویق اندک در بیان زمان باقیمانده و سرعت حرکت مطابق توصیه انجمن توراکس آمریکا (ATS) طی می‌کرد. پس از گذشت ۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه از پیاده روی، لوح سنجش احساس خستگی بدن بورگ (Borg SCALE) (۱۴) مطابق مقیاس ده رتبه‌ای (۱۰ RPE) و با گذشت ۱۵ ثانیه بعد، لوح تنگی نفس (دیسپنیا) به فرد نمایش داده می‌شد. آن گاه در ۵ ثانیه پایانی کار، متغیرهای ضربان قلب و میزان اشباع اکسیژن فعالیت بدنی ثبت می‌گردید. در پایان آزمون، اندازه‌ی مسافت پیموده شده واقعی، نسبت مسافت پیموده شده به قامت، نسبت مسافت واقعی به مسافت پیش بینی شده در برگ اطلاعات ثبت می‌گردید. (جدول ۳)

پارامتر فیزیولوژیک ظرفیت هوازی (VO₂ PEAK) به عنوان شاخص ارزیابی دستگاه قلبی-عروقی در دو گروه تحت مطالعه با اجرای دو آزمون زیر بیشینه استاندارد آزمایشگاهی و میدانی به ترتیب روی تردمیل مطابق پروتکل ابلینگ (Ebbeling) (۱۱) و پیاده روی تند به مدت ۶ دقیقه (پروتکل انجمن توراکس آمریکا) برآورد گردید (۱۲). سنجش عملکرد دستگاه ریه به روش اسپرومتری برای تعیین حجم‌ها، ظرفیت‌های استاتیک و دینامیک ریه به روش knudson (۱۳) اندازه‌گیری شدند.

آزمون ۶ دقیقه‌ی راه رفتن تند (۶MWD): این آزمون میدانی در ساعت ۹-۱۰ صبح و در دمای ۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت ۳۷ درصد در محیط سالنی مناسب از بیمارستان انجام گرفت. ابتدا هر فرد برای ۵ دقیقه در وضعیت نشسته استراحت می‌کرد و سپس تواتر ضربان قلب و مقدار درصد اشباع اکسیژن خون استراحت با دستگاه پالس

جدول ۱- توصیف ویژگی‌های فیزیکی و عوامل فیزیولوژیکی کارکنان در بخش‌های اتاق عمل و خارج از اتاق عمل

متغیرها	جنسیت	میانگین		انحراف معیار		خطای معیار از میانگین	
		E	C	E	C	E	C
سابقه کار (سال)	مردان	۱۶/۱۰	۱۴/۱۰	۴/۷۷	۴/۶۵	۱/۵۰	۱/۴۷
	زنان	۱۰/۲۰	۱۰/۰۹	۵/۹۹	۴/۶۳	۱/۸۹	۱/۴۶
سن (سال)	مردان	۳۹/۷	۳۵/۲۰	۵/۴۳	۵/۱۶	۱/۷۲	۱/۶۳
	زنان	۳۲	۳۱/۹۰	۶/۰۹	۵/۰۶	۱/۹۲	۱/۶۰
وزن (کیلوگرم)	مردان	۷۴/۶۰	۶۶/۲	۱۰/۴۵	۹/۵۰	۳/۳	۳/۰
	زنان	۶۲/۲۰	۶۳	۷/۵۲	۸/۸۰	۲/۳۷	۲/۷
قد (سانتیمتر)	مردان	۱۷۳/۷	۱۷۱	۶/۷۶	۴/۴۹	۲/۱۳	۱/۴۲
	زنان	۱۶۳/۱	۱۶۳	۶/۱۱	۴/۶۱	۱/۹۳	۱/۴۶
BMI (kg/m ²)	مردان	۲۵/۲۶	۲۲/۴۳	۴/۰۵	۲/۹۷	۱/۲۸	۰/۹۴
	زنان	۲۳/۸۷	۲۳/۸۲	۳/۱۲	۴/۲۱	۰/۹۸	۱/۳۳
هزینه کالری روزانه (کیلوکالری)	مردان	۱۹۳۴/۳	۱۹۰۲	۲۶۳/۱۱	۲۵۰/۵۴	۸۳/۲۰	۷۹/۲۲
	زنان	۱۵۲۵/۵	۱۶۶۹/۵	۱۹۰/۸۱	۳۸۴/۶۵	۶۰/۳۴	۰/۸۹
تعداد گام روزانه	مردان	۳۶۲۰/۳	۵۱۵۸/۵	۶۳۷/۵۰	۱۹۵۲/۴۹	۲۰۱/۵۹	۶۱۷/۴۳
	زنان	۳۹۱۹/۸	۴۶۲۲/۴	۱۳۹۴/۸۹	۱۲۶۹/۸۶	۴۰۱/۵۶	۴۰۱/۵۶
تواتر ضربان قلب پروتکل ابلینگ (b/min)	مردان	۱۵۵/۵۰	۱۵۳	۸/۶۸	۱۲/۰۸	۲/۷۴	۳/۸۲
	زنان	۱۴۸/۲۰	۱۵۲/۹	۱۱/۸۹	۱۳/۷۷	۳/۷۶	۴/۳۵

کارکنان اتاق عمل جراحی عمومی (E)، کارکنان سایر بخش‌های درمانی بیمارستان (C)

آزمون زیربیشینه هوازی تردمیل

دو هفته بعد از آزمون اول، افراد برنامه تردمیل ابلینگ را برای تعیین ظرفیت هوازی ($VO_{2\text{PEAK}}$) انجام دادند (۱۱). در این آزمون، دستگاه تردمیل ساخت کشور تایوان از شرکت Green Life با تغییرات شیب (از ۰/۵ تا ۵ درصد) و سرعت تسمه (۳/۵-۰/۵ مایل در ساعت) تا رسیدن به آستانه ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه فرد ($HR_{MAX\text{FOX}}$) در دو مرحله اصلی سه دقیقه‌ای (مرحله گرم کردن شامل سه دقیقه راه رفتن با سرعت ۰/۲ مایل در ساعت و شدت ۴۵ تا ۴۰ درصد HR_{MAX}) از دستگاه پالس اکسی متر برای سنجش تواتر

ضربان قلب استراحت و دستگاه تله متری برای تعیین ضربان قلب فعالیت و آنالوگ احساس فشار کار بورگ برای سنجش اندازه خستگی عمومی بدن استفاده شد (۱۴).

عملکرد دستگاه تنفس: اسپرومتری

دو هفته بعد از اجرای تست ابلینگ، تست اسپرومتری برای سنجش ظرفیت‌های استاتیک و دینامیک ریوی، در نوبت صبح ساعت ۹-۱۲، توسط کارشناس اسپرومتری در سه تکرار انجام شد و ظرفیت حیاتی پرفشار (FVC)، حجم بازدم پرفشار در ثانیه اول

جدول ۲- میانگین شاخص‌های عملکردی دستگاه‌های قلبی-عروقی و ریه کارکنان در بخش‌های اتاق عمل و سایر بخش‌ها هنگام آزمون‌های ۶MWD و ابلینگ

متغیرها	جنسیت	میانگین		انحراف معیار		خطای معیار از میانگین	
		E	G	E	G	E	G
مسافت طی شده واقعی (متر)	مردان	۷۱۵/۶	۶۵۲/۱۵	۴۸/۸	۳۶/۱۵	۱۵/۴۴	۱۱/۴۳
	زنان	۶۲۳/۹۰	۶۳۳/۵۰	۳۳/۸۴	۴۵/۲۱	۱۰/۷۰	۱۴/۲۹
نسبت مسافت به وزن	مردان	۹/۷۲	۹/۹۴	۱/۴۱	۱/۰۶	۰/۴۴۵	۰/۳۳۷
	زنان	۹/۷۲	۱۰/۰۹	۱/۴۱	۱/۶۰	۰/۴۴۵	۰/۵۰۸
نسبت مسافت به قامت	مردان	۴/۰۵	۳/۷۶	۰/۲۷	۰/۱۹۵	۰/۷۲	۰/۶۲
	زنان	۳/۸۶	۳/۸۴	۰/۱۶۹	۰/۲۵۹	۰/۰۵۳	۰/۸۲
نسبت مسافت واقعی به اندازه تخمینی	مردان	۱۰۶/۶۷	۹۴/۰۱	۸/۰۷	۷/۰۳	۲/۵۵	۲/۲۲
	زنان	۹۲/۰	۹۲/۸۳	۵/۸۷	۶/۳۸	۱/۸۶	۲/۰۲
ظرفیت هوازی ابلینگ (ml/kg/min)	مردان	۴۱/۴۱	۴۰/۸۶	۱/۶۷	۱/۸۸	۰/۵۳	۰/۵۹
	زنان	۳۰/۵۹	۳۰/۴۶	۳/۴	۲/۴	۱/۰۷	۰/۷۷
RPE ₁₀ پروتکل ابلینگ	مردان	۲/۶	۴/۱۰	۰/۸۴	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۱۰
	زنان	۳/۳	۴/۲۵	۰/۶۷	۰/۵۴	۰/۲۱	۰/۱۷
RPE ₁₀ در پروتکل ۶MWD	مردان	۳/۵	۳/۹	۰/۵۳	۰/۳۲	۰/۱۷	۰/۱۰
	زنان	۳/۶	۳/۸	۰/۵۱	۰/۶۳	۰/۱۶	۰/۲۰
شاخص تنگی نفس (دیسپنیا)	مردان	۲/۵	۳/۴	۰/۵۲۷	۰/۶۹۹	۰/۱۶۶	۰/۲۲۱
	زنان	۲/۵	۲/۹۰	۰/۵۲	۰/۳۱۶	۰/۱۶	۰/۱۰
ظرفیت حیاتی موثر FVC %	مردان	۱۰۲/۹۵	۹۶/۳۱	۷/۳۱	۹/۶۸	۲/۳۱	۳/۰۶
	زنان	۱۰۴/۹۵	۹۳/۱	۸/۳۴	۶/۷۲	۲/۶۳	۲/۱۲
% FEV ₁	مردان	۹۸/۸۸	۹۰/۵۱	۶/۷۲	۱۳/۳۱	۲/۱۲	۴/۲
	زنان	۱۰۳/۹۴	۸۸/۹۴	۸/۶۵	۷/۹۶	۲/۷۳	۲/۵۲
% FEV ₁ / FVC %	مردان	۸۰/۷۱	۸۰/۱۴	۳/۳۱	۵/۳۷	۱/۰۴	۱/۶۹
	زنان	۸۴/۹۶	۸۳/۰	۴/۸۸	۵/۹۵	۱/۵۴	۱/۸۸

(FEV₁) و نسبت FEV₁ به FVC (FEV₁/FVC) بر حسب ارزش‌های نسبی (درصد) اندازه‌گیری شدند.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیروویلک و همگنی واریانس به وسیله آزمون لون و مقایسه میانگین‌های دو گروه آزمایش (کارکنان اتاق عمل) و کنترل (کارکنان دیگر بخش‌های درمان) از آمار استنباطی MANOVA در سطح آماری ۵ درصد استفاده گردید.

یافته‌ها

جدول شماره ۱، توصیف ویژگی‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی کارکنان بخش‌های اتاق عمل (گروه آزمایش: E) و خارج از اتاق

عمل (گروه کنترل: C) را نشان می‌دهد. جدول ۲ توصیف میانگین شاخص‌های منتخب سنجش کارکرد دستگاه‌های قلبی-عروقی هنگام آزمون‌های ۶MWD و ابلینگ و شاخص‌های منتخب کارایی دستگاه تنفسی کارکنان زن و مرد اتاق عمل و بخش‌های دیگر بیمارستان را نشان می‌دهد. جدول ۳ میانگین عوامل منتخب سنجش دستگاه‌های قلبی-عروقی و تنفسی میان دو گروه تحت مطالعه (بدون ملاحظه جنسیت) را نشان می‌دهد. اجرای ۶MWD در گروه آزمایش (کارکنان اتاق عمل)، اندازه مسافت طی شده واقعی، نسبت مسافت طی شده به قد، نسبت اندازه مسافت واقعی به مسافت پیش بینی شده در حد معناداری کمتر از گروه کنترل بود ($P < 0/05$). این تغییرات در گروه هدف با پایین بودن آستانه خستگی در شاخص‌های درک فشارکار (RPE)

جدول ۳- مقایسه میانگین عوامل منتخب دستگاه‌های قلبی-تنفسی کارکنان بخش‌های اتاق عمل (E) و خارج از اتاق عمل (C) بیمارستان هدف

متغیرهای وابسته	تفاوت میانگین‌ها	انحراف خطای میانگین	سطح معناداری
عوامل فیزیکی			
سابقه کار (سال)	۰/۶۵	۱/۵۹	۰/۶۸
سن (سال)	۲/۳۰	۱/۷۲	۰/۱۹
وزن (کیلوگرم)	۳/۸	۲/۸۸	۰/۱۹
BMI (kg/m ²)	۱/۴۴	۱/۱۵	۰/۲۲
عوامل کارایی تنفسی و قلبی-عروقی			
مسافت طی شده واقعی (متر) *	۲۶/۹۲	۱۳/۱۲	۰/۰۴۷
مسافت پیش بینی شده (متر)	۱۵/۱۴	۱۳/۰۹	۰/۲۵
نسبت مسافت به وزن	۰/۰۵	۰/۴۵	۰/۹۱
نسبت مسافت واقعی به قد *	۰/۱۵۷	۰/۰۶۸	۰/۰۲۷
نسبت مسافت واقعی به پیش بینی *	۵/۹۱	۲/۱۸	۰/۰۱
ظرفیت هوازی: آزمون ابلینگ	۰/۳۳۴	۰/۶۱۴	۰/۵۹
هزینه انرژی پایه روزانه	۱/۴۹	۰/۹۱	۰/۱۱
RPE ₁₀ در پروتکل ۶MWD	۰/۹	۰/۲۰	۰/۰۰
RPE ₁₀ پروتکل ابلینگ *	۰/۶۲	۰/۱۵	۰/۰۰
عوامل تنفسی			
FVC % *	۹/۲۴	۲/۵۶	۰/۰۰۱
FEV ₁ % *	۱۱/۶۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰
FEV ₁ % / FVC %	۱/۲۶	۱/۵۷	۰/۴۳
شاخص تنگی نفس *	۰/۶۵	۰/۱۷	۰/۰۰

سطح احتمال معناداری $P < 0/05$

داشت. ($P \leq 0/05$). (جدول ۶)

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه میدانی آشکار کرد که کارکنان اتاق عمل که روزانه به طور مزمین و در چند نوبت متناوب در مواجهه با گاز ایزوفلوران فعالیت می کنند، افت عملکرد دستگاه قلبی-عروقی و دستگاه تنفسی آنها بارزتر از گروه همتایان مرجع به دست آمد. از سوی دیگر، نتایج اجرای ۶MWD نشان داد که گروه آزمایش، اندازه‌ی مسافت طی شده واقعی، نسبت مسافت طی شده به قد، نسبت اندازه مسافت واقعی به مسافت پیش بینی شده به طور معناداری کمتر و نمره احساس درک فشار RPE بالاتر از گروه کنترل داشتند. این یافته احتمالاً از بروز آستانه پایین خستگی بدن هنگام اجرای ارگومتری زیربیشینه هوازی ($170 \text{ bpm} < \text{bpm}$) با میانگین شدت ضربان قلب ورزش $12/8 \pm 52/5$ از افت عملکرد دستگاه قلبی-عروقی و احتمالاً کارایی

و نیز تنگی نفس در برابر گروه کنترل همسویی داشت ($P < 0/05$). که احتمالاً با کاهش نسبی عملکرد دستگاه قلبی-تنفسی در هر دو تست هوازی گروه آزمایش همراه بود. در عوامل اسپیرومتری نیز شاخص‌های FVC، FEV₁، % FEV₁ / FVC در گروه آزمایش به طور معناداری پایین تر بود. ($P < 0/05$).

جدول شماره ۵ مقایسه میانگین بین گروهی عوامل سنجش عملکرد دستگاه قلبی-تنفسی کارکنان مرد مرکز درمانی را نشان می دهد. متغیرهای اندازه‌ی مسافت طی شده واقعی، نسبت مسافت طی شده به قد و شاخص خستگی RPE از عوامل موثر بر کارایی دستگاه قلبی-عروقی در دو گروه مشاهده شد ($P \leq 0/05$). اما عوامل اسپیرومتری مردان دردو گروه E, C تفاوت معناداری به دست نیامد ($P > 0/05$). مقایسه بین گروهی (کارکنان زن اتاق عمل و بخش‌های دیگر درمانی) نشان داد که اختلاف معناداری در احساس درک فشار RPE هنگام تست تردمیل ابلینگ و در متغیرهای تنفسی % FEV₁ و % FVC وجود

جدول ۵- مقایسه میانگین عوامل منتخب سنجش دستگاه‌های قلبی و تنفسی کارکنان مرد در بخش‌های اتاق عمل و خارج از اتاق عمل مرکز درمانی

متغیرهای وابسته	تفاوت میانگین	انحراف خطای میانگین	سطح معناداری	ارزش T
مسافت طی شده واقعی (متر) *	-۶۳/۴	۱۹/۲	۰/۰۰۴	-۳/۳
نسبت مسافت به قد *	-۰/۲۹	۰/۰۹۴	۰/۰۰۷	-۳/۰۵
نسبت مسافت واقعی به مسافت پیش بینی شده *	-۱۲/۶	-۳/۳۸	۰/۰۰۲	-۳/۷۴
۱۰ RPE ابلینگ *	۰/۶۰	۰/۱۹	۰/۰۰۶	۳/۰۸
% FVC	-۶/۶۳	۳/۸۳	۰/۱۰	-۱/۷۳
% FEV ₁	-۸/۳۷	۴/۷۱	۰/۰۹	-۱/۷۷
شاخص تنگی نفس *	۰/۹	۰/۲۷	۰/۰۰۴	۳/۲

* $P < 0/05$

جدول ۶- مقایسه عوامل منتخب سنجش دستگاه‌های قلبی-عروقی و تنفسی در کارکنان زن در بخش‌های اتاق عمل و خارج از اتاق عمل

متغیرهای وابسته	تفاوت میانگین	انحراف خطای میانگین	سطح معناداری	ارزش T
مسافت طی شده واقعی (متر)	۹/۶	۱۷/۸	۰/۵۹	۰/۵۳
نسبت مسافت به قد	-۰/۰۲۴	۰/۰۹۷	۰/۸۱	-۰/۲۴
نسبت مسافت واقعی به مسافت پیش بینی شده	۰/۸۳	۲/۷۴	۰/۷۶	۰/۳۱
۱۰ RPE ابلینگ *	۰/۶۵	۰/۲۳	۰/۰۱۳	۲/۷۵
% FVC *	-۱۱/۸۵	۳/۳۸	۰/۰۰۳	-۳/۴۹
% FEV ₁ *	-۱۵	۳/۷۲	۰/۰۰۱	-۴/۰۳
شاخص تنگی نفس	۰/۵۰	۰/۲۹	۰/۱۰	۱/۷

* $P < 0/05$

به آسانی از سد خونی - مغزی عبور کرده و به درون سلول‌های عصبی راه می‌یابد و به این ترتیب متابولیت‌های سمی در سلول‌های عصبی، ایجاد می‌کنند که موجب بروز نارسایی در عملکرد نوروها و سیناپس‌های نورونی می‌شود (۱۵) در این زمینه، شواهد متعدد علمی دیگر آشکار می‌کند که مواجهه مداوم با گازهای هوشبر در محیط‌های درمانی بر دستگاه اعصاب مرکزی تاثیر گذار بوده که می‌تواند روی عملکرد دستگاه قلبی - عروقی و دستگاه تنفسی نیز تاثیر بگذارد (۱۶). از طرف دیگر، غلظت‌های بالای گاز هوشبر ایزوفلوران در اتاق عمل باعث سرکوب مرکز تنفسی در ناحیه مغز شده و در نتیجه به کاهش تهویه دقیقه‌ای پرستار می‌انجامد. بنابراین کاهش فعالیت این مرکز تنفس، به نارسایی در پاسخ فیزیولوژیک دستگاه ریه در شرایط هایپوکسی می‌انجامد (۱۷) در این زمینه مطالعه، باراش (Barash) (۲۰۱۳) خاطر نشان می‌کند گاز هوشبر ایزوفلوران باعث دپرسیون تنفسی و کاهش فشار خون شده و در غلظت‌های زیاد، حتی به ایست قلبی می‌انجامد (۱۸). بررسی کپ و همکاران (۲۰۰۴) نیز آشکار می‌کند که ایزوفلوران سبب دپرسیون تنفسی شده (۱۹) که با نتایج مطالعه ما (افت $FEV_1\%/FVC\%$) به دنبال کاهش فشارهای دمی و بازدمی حاصل از دپرسیون تنفسی و افزایش شاخص دیسپنیا هنگام اجرای کار زیربیشینه هوازی همخوانی دارد. بنابراین انتظار می‌رود که وقوع خستگی زودرس و آستانه پایین احساس خستگی حتی هنگام کار نسبتا سبک و زیربیشینه هوازی گروه آزمایش مطالعه حاضر، احتمالاتی تواند از دیگر پیامدهای مواجهه با گاز هوشبر ایزوفلوران با غلظت بالا باشد. یافته‌های این مطالعه علمی آشکار نمود که از یک سو، کارکنان اتاق عمل بیمارستان روزانه در مواجهه مزمن با گاز ایزوفلوران با غلظت ۱۳ ppm قرار داشته و از سوی دیگر، آن‌ها از یک الگوی زندگی غیر فعال (کمتر از متوسط ۶۰۰۰ گام روزانه) برخوردار بودند، هم افزایی این دو عامل مداخله، به افت عملکرد قلبی - ریوی و بروز تنگی نفس آن‌ها هنگام اجرای فعالیت بدنی زیربیشینه، بارزتر از هم‌تایان گروه کنترل می‌انجامد. در مقابل، کارکنان زن اتاق عمل جراحی عمومی از کارایی پایین‌تر شاخص‌های عملکرد دستگاه ریه نسبت به هم‌تایان گروه کنترل برخوردار بودند. به نظر می‌رسد که سطح پایین کارایی دستگاه حیاتی قلبی - تنفسی کارکنان اتاق عمل که با گاز ایزوفلوران ۱۳ برابر بالاتر از حد مجاز استاندارد

فیزیولوژیک هر دو جنس در اتاق عمل (ظرفیت هوازی: ml/kg/ min $3.5/6 \pm 2/1$ ، گروه کنترل ($3.6/1 \pm 2/5$) حکایت دارد. از سوی دیگر، در ارزیابی دستگاه ریه هنگام مانور اسپیرومتری، شاخص‌های $FEV_1\%$ ، $FVC\%$ و $FEV_1/FVC\%$ در گروه آزمایش به طور معنادار پایین‌تر بود که احتمالا نشان از بالاتر بودن شاخص تنگی نفس این گروه در تست ۶MWD می‌باشد. از سوی دیگر، با مداخله‌ی عامل جنسیت و مقایسه‌ی مردان دو گروه E و C، این مطالعه نشان داد که متغیرهای اندازه‌ی مسافت طی شده واقعی، نسبت مسافت طی شده به قد و احساس درک فشارگروه آزمایش هنگام آزمون ۶MWD، تفاوت معناداری به دست آمد که احتمالا از کارایی پایین دستگاه قلب-عروقی آنان حکایت دارد.

عوامل اسپیرومتری مردان در هر دو گروه تحت مطالعه تفاوت معناداری نداشتند. همچنین مقایسه‌ی میانگین احساس درک فشار RPE زنان دو گروه حاکی از آن است که اختلاف معناداری هنگام تست ترمیل ابلینگ و نیز در متغیرهای ریوی، $FEV_1\%/FVC\%$ وجود داشت به طوری که زنان گروه آزمایش از کارایی عملکرد تنفسی پایین‌تر از هم‌تایان خود در گروه کنترل برخوردار بودند. به نظر می‌رسد که مواجهه مزمن با گاز هوشبر ایزوفلوران در اتاق عمل کارکنان بیمارستانی براف بارز عملکرد دستگاه تنفسی نسبت به شاخص‌های منتخب دستگاه قلبی-عروقی چشم‌گیرتر است. به علاوه، زنان شاغل در بخش اتاق عمل به مراتب بیشتر از همکاران مرد در همان بخش بیمارستان، افت عملکرد دستگاه تنفسی داشتند که احتمالا عامل جنس (زن) در بروز این افت بی‌تاثیر نبوده است. از طرف دیگر، میانگین سطح پایه ظرفیت عملی هنگام اجرای فعالیت ورزش استاندارد در سطح زیر آستانه لاکتات، تعداد گام روزانه و اندازه کالری مصرفی روزانه افراد تحت مطالعه، حکایت از وجود سبک زندگی غیرفعال را در هر دو گروه نشان می‌دهد و این نکته احتمالا به عنوان یک عامل مداخله دیگر می‌تواند در کنار مواجهه مزمن با گاز هوشبر ایزوفلوران، در افت محسوس عملکرد قلبی - تنفسی آنان موثر بوده باشد. به هر حال، امکان دارد که تعامل هم‌زمان این دو مداخله می‌تواند بر انگیزه و سطح کاری آنان هنگام انجام وظایف تخصصی شان نقش ایفا کنند که به مطالعه مستقل نیاز دارد. از جنبه مکانیزم اثر گازهای هوشبری بر عملکرد دستگاه قلبی-عروقی و دستگاه ریه می‌توان خاطر نشان کرد که مواد هوشبری

به ویژه در عملکرد دستگاه اعصاب مرکزی، نقش ایفا کند که به مطالعات آتی وابسته است.

مواجهه می‌باشند، احتمالاً با وجود چنین ناکارایی عملکرد دستگاه ریه به ویژه در زنان اتاق عمل می‌تواند در کاهش انگیزه کاری آنان در آن مرکز درمانی و نیز امکان بروز افزایش خطای پزشکی

References

- 1- Reichle FM, Conzen PF. Halogenated inhalational anesthetics. Best practice & research clinical anesthesiology. 2003; 17(1): 29-46.
- 2- Stoelting RK, Miller RD. Basics of anesthesia. New York: Churchill Livingstone, 2000 Jun.
- 3- Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Cohen NH, Young WL. Miller's anesthesia e-book. Elsevier Health Sciences; 2014 Oct 20.
- 4- Sanaie GH, Industrial toxicology. 2nd ed. Tehran: Tehran uni publishing co. 2006.
- 5- Health. Division of Criteria Documentation, Standards Development. Occupational Exposure to Waste Anesthetic Gases and Vapors. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health; 1977.
- 6- Sakhvidi MJ, Bahrami A, Ghiasvand A, Mahjub H, Tuduri L. Field application of SPME as a novel tool for occupational exposure assessment with inhalational anesthetics. Environmental monitoring and assessment. 2012 Nov 1; 184(11): 6483-90.
- 7- Al-Ashour IA, Abd-Ali DK, Fallah MA, Kteo IQ. Effect of inhaled anesthetics gases on health staff health status in Al-najaf city. International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research. 2014; 3(12): 383-8.
- 8- Bruce DL, Eide KA, Linde HW, Eckenhoff JE. Causes of Death among Anesthesiologists A 20-Year Survey. Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists. 1968 May 1; 29(3): 565-9.
- 9- Cohen N, Bellville JW, Brown BW. A Study of Operating Room Nurses and Anesthetists Ellis. Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists. 1971 Oct 1; 35(4): 343-7.
- 10- Mondal H, Mishra SP. Effect of BMI, body fat percentage and fat free mass on maximal oxygen consumption in healthy young adults. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2017 Jun; 11(6): 17.
- 11- Ebbeling CB, Ward A, Puleo EM, Widrick J, Rippe JM. Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. Medicine and science in sports and exercise. 1991; 23(8): 966-973.
- 12- Fujimoto H, Asia K, Watanabe T, Kanazawa H, Hirata K. Association of six-minute walk distance (6MWD) with resting pulmonary function in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Osaka City Med. J. 2011; 57: 21-9.
- 13- Pezoa A, Jorquera P, Madrid R, Maturana P, Viviani P, Caussade S. Spirometric characterization of cystic fibrosis patients. Revista chilena de pediatria. 2018 Jun 1; 89(3): 332-8.
- 14- Iranzo MÀ, Vos R, Verleden GM, Gosselink R, Langer D. Evolution of Functional Exercise Capacity in Lung Transplant Patients With and Without Bronchiolitis Obliterans Syndrome: A Longitudinal Case–Control Study. Archivos de bronconeumologia. 2019 May 1; 55(5): 239-45.
- 15- Savolinen H, Elovuora E. Effect of Carbon monoxide on Protein Metabolism in Mouse Brain. 1971; 57(2): 374-8.
- 16- Synder BD, Thomas RS, Gyorky Z. Behavioral toxicity of anesthetic gases. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. 1978 Jan; 3(1): 67-71.
- 17- Cope KA, Merritt WT, Krenzischek DA, Schaefer J, Bukowski J, Foster WM, Bernacki E, Dorman T, Risby TH. Phase II collaborative pilot study: preliminary analysis of central neural effects from exposure to volatile anesthetics in the PACU. Journal of PeriAnesthesia Nursing. 2002 Aug 1; 17(4): 240-50.
- 18- Barash P, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan M, Stock MC, Ortega R. Clinical anesthesia, 7e: Ebook without multimedia. Lippincott Williams & Wilkins; 2013 Mar 1.
- 19- Cope KA, Watson MT, Foster WM, Sehnert SS, Risby TH. Effects of ventilation on the collection of exhaled breath in humans. Journal of Applied Physiology. 2004 Apr; 96(4): 1371-9.